

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-330415
(P2003-330415A)

(43) 公開日 平成15年11月19日 (2003. 11. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 9 G 3/30		G 0 9 G 3/30	J 3 K 0 0 7
3/20	6 2 4	3/20	6 2 4 B 5 C 0 8 0
	6 4 1		6 4 1 D
			6 4 1 R
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A
		審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 16 頁)	

(21) 出願番号 特願2002-142365 (P2002-142365)

(22) 出願日 平成14年5月17日 (2002. 5. 17)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 景山 寛

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 秋元 肇

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

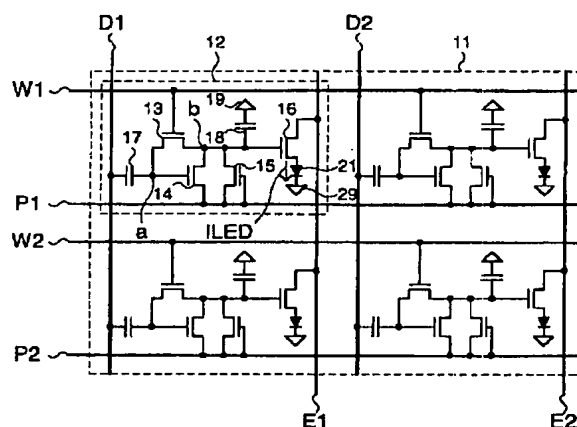
(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】画素に発光素子がある画像表示装置で、解像度が高く、 γ 補正が容易で、擬似輪郭が発生しない画像表示装置を提供する。

【解決手段】 本発明の画像表示装置の画素回路には、発光素子への電流を、供給および遮断の2状態で制御するスイッチ手段と、表示信号であるアナログ電圧信号とは無関係に前記スイッチ手段を2状態のいずれかにプリセットするプリセット手段と、表示信号であるアナログ電圧信号に従ってスイッチ手段の状態を反転するリセット手段を具備している。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板上に、複数の画素と、該画素に表示信号であるアナログ電圧信号を入力するための複数の信号線が形成され、前記画素のそれぞれには電流によって発光強度が変化する発光素子と、該発光素子を駆動するための画素回路が形成された画像表示装置であって、前記画素回路には、前記発光素子への電流を、供給および遮断の 2 状態で制御するスイッチ手段と、表示信号である前記アナログ電圧信号とは無関係に前記スイッチ手段を前記 2 状態のいずれかにプリセットするプリセット手段と、表示信号である前記アナログ電圧信号に従って前記スイッチ手段の状態を反転するリセット手段を具備することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】請求項 1 の画像表示装置であって、前記画素回路は薄膜トランジスタを用いて形成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 3】請求項 1 の画像表示装置であって、前記画素回路は n チャネル型あるいは p チャネル型のいずれか一方の薄膜トランジスタのみを用いて形成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 4】請求項 1 の画像表示装置であって、前記スイッチ手段は、前記発光素子への電流を供給および遮断する少なくとも 1 つの薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタのゲート電極電圧を保持するキャパシタで構成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 5】請求項 4 の画像表示装置であって、前記キャパシタは、前記プリセット手段および前記リセット手段により充電あるいは放電されることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 6】請求項 1 の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段を具備していることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 7】請求項 1 の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段を具備し、前記リセット手段には、三角波電圧信号が供給され、前記リセット手段は、前記記憶手段が記憶した前記アナログ電圧信号と前記三角波電圧信号を比較することで、前記スイッチ手段のリセットタイミングを決定することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 8】請求項 1 の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段を具備し、前記リセット手段には、 γ 特性を持った三角波電圧信号が供給され、前記リセット手段は、前記記憶手段が記憶した前記アナログ電圧信号と前記三角波電圧信号を比較することで、前記スイッチ手段のリセットタイミングを決定することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 9】請求項 1 の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段を具備し、前記リセット手段には、三角波電圧信号が供給され、前記リセット手段は少なくとも 1 つの薄膜ト

ランジスタを具備し、前記リセット手段は、前記記憶手段が記憶した前記アナログ電圧信号と前記三角波電圧信号の差電圧を前記薄膜トランジスタのゲート電極に供給し、前記薄膜トランジスタのスレッシュOLD電圧と比較することで、前記スイッチ手段のリセットタイミングを決定することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 10】請求項 1 の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段を具備し、前記記憶手段はキャパシタで構成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 11】請求項 1 の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段であるキャパシタを具備し、前記リセット手段は少なくとも 1 つの薄膜トランジスタを具備し、前記キャパシタの一方の電極は、前記薄膜トランジスタのゲート電極に、前記キャパシタのもう一方の電極は、前記信号線とに接続しており、前記信号線には、前記アナログ電圧信号と三角波電圧信号が時間的に分割して供給されることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 12】請求項 1 の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段であるキャパシタを具備し、前記信号線の他に三角波電圧信号を供給する三角波供給配線を具備し、前記信号線に供給されるアナログ電圧信号と前記三角波供給配線に供給される三角波電圧信号のいずれかを選択して前記キャパシタに供給する選択手段を具備することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 13】請求項 12 の画像表示装置であって、前記選択手段は、前記三角波供給配線と、前記信号線にそれぞれ接続する 2 つの薄膜トランジスタで構成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 14】請求項 1 の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段を具備し、前記リセット手段には、三角波電圧信号が供給され、前記リセット手段は、前記記憶手段が記憶した前記アナログ電圧信号と前記三角波電圧信号を比較する 1 つの薄膜トランジスタを具備し、前記リセット手段は、前記薄膜トランジスタのスレッシュOLD電圧をキャンセルするためのスレッシュOLD電圧キャンセル手段を具備することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 15】請求項 14 の画像表示装置であって、前記スレッシュOLD電圧キャンセル手段は、前記リセット手段が具備する薄膜トランジスタのゲート電極—ソース電極間あるいはゲート電極—ドレイン電極間の短絡と開放を制御するもう一つの薄膜トランジスタで構成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 16】請求項 1 の画像表示装置であって、前記スイッチ手段は、前記発光素子への電流を供給および遮断する少なくとも 1 つの薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタのゲート電極電圧を保持するキャパシタで構

成され、前記プリセット手段は、プリセット信号を伝えるプリセット信号配線と、前記スイッチ手段を構成する前記キャパシタを充電あるいは放電するための少なくとも1つの薄膜トランジスタで構成されることを特徴とする画像表示装置。

【請求項17】請求項1の画像表示装置であって、前記リセット手段は、前記アナログ電圧信号を記憶する記憶手段であるキャパシタを具備し、前記リセット手段には、三角波電圧信号が供給され、前記リセット手段は少なくとも1つの薄膜トランジスタを具備し、該薄膜トランジスタのゲート電極は前記キャパシタに接続し、前記薄膜トランジスタのソース電極は固定電圧を供給する基準電圧配線に接続することを特徴とする画像表示装置。

【請求項18】請求項16および17の画像表示装置であって、前記基準電圧配線と前記プリセット信号配線とを同一配線で構成したことを特徴とする画像表示装置。

【請求項19】請求項1の画像表示装置であって、前記画素回路には、前記発光素子に供給する電流を一定に保つための定電流回路を具備していることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像表示装置に関する。特に本発明は画素に発光素子がある画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】画素に発光素子を使用した画像表示装置として、エレクトロルミネッセンス（以下、ELと略す）素子を用いたELディスプレイが報告されている。さらに、アクティブマトリクス型のELディスプレイでは、信号や電流を伝える配線をマトリクス状に配線し、画素にはEL素子の他に、アクティブ素子である薄膜トランジスタ（以下TFTと略す）で形成した画素回路を内蔵している。画素回路がEL素子の発光輝度を制御する方法として、画素回路がEL素子へ供給する時間を変調する方法があり、SID'00 DIGEST pp924-927のFig1, Fig2, Fig6に報告されている。EL素子を使った従来の画素を図15に示す。画素151は、画素回路とEL素子156によって構成され、画素回路はTFT152～154、キャパシタ155によって構成されている。また、画素151には、表示信号であるデジタル信号を入力する信号線Dline、EL素子156に電流を供給する配線Vline、Dlineの信号をキャパシタ155に書き込む信号を供給する信号線PS、キャパシタ155をリセットする信号を供給する信号線ESが接続している。画素151は次のような駆動方法によって多階調の輝度を発生することができる。たとえば6ビット階調=64階調の輝度を発生する場合、1枚の画像を表示する期間である1フレーム期間を6つのサブフレーム期間に分け、6つのサブフレーム期間の各期間におい

て、以下の動作を行う。サブフレームの始めで、信号線D1に表示信号であるデジタル電圧信号bxを供給し、信号線PSにHレベルのバースを供給することでTFT152がONになり、デジタル電圧信号bxはキャパシタ155に記憶される。サブフレーム期間中はキャパシタ155がデジタル電圧信号bxを記憶しており、その電圧bxがLレベルの場合にはTFT154がONであるのでEL素子156は点灯し、Hレベルの場合にはTFT154がOFFであるのでEL素子156は消灯する。所定の点灯時間が経過した後、信号線ESにHレベルにバースが供給され、TFT153がONになりキャパシタ155をリセットし、TFT154はOFFになる。前記の所定の点灯時間を、各サブフレーム期間で32:16:8:4:2:1の比率になるように設定し、デジタル電圧信号bxとして表示データの各ビットに対応した電圧をMSBから順に供給することで、1フレーム期間では画素の平均輝度は表示データに比例したものになる。なお、Hレベル、Lレベルはデジタル電圧信号の2値の電圧の意味である。画素151を2次元的に配列し、各画素に順番に表示信号を書き込むことによって画像を表示することができる。このように、EL素子の発光時間を変えることによって平均輝度を制御する方法では、EL素子156を流れる電流は表示信号に依存しないため、線形性のよい多階調表示が得やすい利点があり、ELディスプレイは滑らかに明るさが変化する画像を表示することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】図15のようにして、1フレーム期間を複数のサブフレームに分けて表示信号を書き込むと、各画素に表示信号を書き込む回数が多くなる。たとえば、6ビット（64階調）の画像を表示する場合は6回、8ビット（256階調）の画像を表示する場合は8回表示信号を書き込む必要がある。それに反比例して画素に表示信号を書き込む時間は短くなる。すると、画素数が多い高解像度のディスプレイでは書き込み時間が制限されるため、1フレームに何度も表示信号を書き込むことができなくなる。また、1フレーム期間に点灯する時間が複数存在すると、動画像を目で追従するときに擬似輪郭あるいはFalse Pixelと呼ばれるノイズが発生することが報告されている。さらに、ビットの重みで点灯時間を分割しているので、基本的に画素の平均輝度は表示信号に比例する。そのため、 γ 補正をする場合、画像のビット数よりもさらに多くのサブフレームが必要になるため非常に困難である。本発明では、1フレーム期間に各画素に書き込む回数を少なくしたので高解像度化が容易である。1フレーム期間に点灯期間は1度であり、擬似輪郭は発生しない。さらに、 γ 補正を容易に実現する。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の画像表示装置の

画素回路には、発光素子への電流を、供給および遮断の2状態で制御するスイッチ手段と、表示信号であるアナログ電圧信号とは無関係に前記スイッチ手段を2状態のいずれかにプリセットするプリセット手段と、表示信号であるアナログ電圧信号に従ってスイッチ手段の状態を反転するリセット手段を具備している。

【0005】

【発明の実施の形態】(1) 図1に本発明の第一の実施例の画素およびその周辺の回路図を示す。画像を表示する表示領域11には2次元的に画素12が複数配列されている。画素12は、TFT13~16、キャパシタ17、18で構成される画素回路と、EL素子21で構成されている。EL素子21の陰極は共通電極29に接続されている。TFT13~16は全てnチャンネル型の薄膜トランジスタである。表示領域11には、表示信号を含むアナログ電圧信号を伝える信号線D1、D2、EL素子21に流す電流を供給する配線E1、E2と、画素12の画素回路を制御する信号線W1、W2、P1、P2がマトリクス状に配線されている。キャパシタ18の一端は電極19に接続されている。電極19は外部で接地された配線で構成するか、共通電極29に接続するか、あるいは配線E1に接続している。TFT16はスイッチ手段であり、配線E1からEL素子21への電流の供給と遮断を制御する。キャパシタ18はスイッチ手段であるTFT16のゲート電圧を保持することでTFT16のON/OFFの状態を記憶する。TFT15はプリセット手段であり、信号線P1にポジティブパルスが入力された時にキャパシタ18に電圧をプリセットする。TFT14はリセット手段であり、ゲート電圧がスレッシュホールド電圧を超えるか否かによってキャパシタ18の電圧のリセットを制御する。TFT13はTFT14のスレッシュホールド電圧キャンセル手段である。キャパシタ17は信号線D1の表示信号であるアナログ電圧信号とTFT14のスレッシュホールド電圧の差電圧を記憶する記憶手段である。図2に本発明の第一および第二の実施例の構成図を示す。ガラス基板1の表面には、表示領域11があり、複数の画素12が形成されている。本発明の第一の実施例では、ガラス基板1の表面には、信号線W1~Wn、P1~Pn、D1~Dm、配線E1~Emと、信号線W1~Wn、P1~Pnへ制御信号を発生する走査回路2、信号線D1~Dmの信号を発生する信号回路3が配置されている。走査回路2、信号回路3はそれぞれTFTでガラス基板1上に形成するか、あるいは半導体LSIを取り付けることによって構成される。走査回路2は表示領域11の両側に配置することで、信号線W1~Wn、P1~Pnへの信号の供給能力を上げることができる。また、信号回路3は表示領域に対して紙面上下方向いずれの辺に配置してもかまわない。基板1の外部にある電源26は、接地電極28と配線E1~Emの全てに接続している。配線E1~Emは基板1の

表面あるいは外部で互いに接続しており、基板1の表面で接続している場合は、配線E1~Em間で隣接する配線を短絡する配線を多数作成し、配線E1~Emを1つの網目状の電極として形成してもよい。電源26と配線E1~Emの間にはスイッチ25があり、電源26からの電流供給を制御している。そのため、スイッチは電源26と接地電極28の間にあってもかまわない。あるいは、スイッチ25はTFTで作成して配線E1~Emと各画素12の接続点に並列に配置してもかまわない。図2には記載していないが、表示領域11を覆うように共通電極29が形成されており、全ての画素12のEL素子21に接続している。また、共通電極29は接地電極28と電気的に接続している。画素12のEL素子21の発光は、ガラス基板1からガラス基板の背面方向に透過し、図2の図面の背面から表示画像を見ることができる。共通電極29を透明にした場合は、図2の図面の正面からでも表示画像を見ることができる。EL素子には有機ELダイオードを使用することができる。また、EL素子21のそれぞれに、赤、緑、青の発光材料を用いることで、カラー表示をすることもできる。ところで、図1では表示領域11に画素12を2×2の4つしか記述しなかったが、実用的にはさらに多くあり、カラーVGA(640画素×RGB3色×480画素)の解像度場合、紙面横方向の画素数はm=1920になり、紙面縦方向の画素数はn=480になる。同様に信号線D1~Dm、配線E1~Emは1920本、信号線W1~Wn、P1~Pnは480本になる。図3(A)に本発明の第一の実施例の駆動電圧波形、動作電圧波形、および動作電流波形を示す。また、図3(B)は1フレーム期間における図3(A)の波形のタイミングチャートを示す。図3(A)の横軸は時間である。波線の部分では時間の連続性がないことを意味している。SW25はスイッチ25のON/OFF動作の状態を示している。W1、P1、D1は各信号線に inputs する電圧を縦軸に表している。a、bは各ノードで発生する電圧を縦軸に表している。ILEDはEL素子21に流れる電流を縦軸に表している。いずれも図面上方向が+方向である。W1、P1の信号はそれぞれ2値のロジック電圧であり、D1の信号はアナログ電圧である。W1においてHHレベルはTFT13がONになる電圧、LLレベルはTFT13がOFFになる電圧である。P1において、HレベルはTFT16をONにするのに十分な電圧、LレベルはTFT16をOFFにするのに十分な電圧を意味する。また、信号線D1およびノードa、bのアナログ電圧はLレベル電圧を基準電圧0Vとして記述する。図3(A)の斜線部分は複数の値を取り得るか、あるいは動作に無関係であることを示している。なお、図3(A)のW1、P1、D1の記号の数字"1"は、1列目、1行目の画素12に供給する信号を意味する数字であるので、ほかの画素の場合には対応する列と行に数字は変更

になる。図3(B)のタイミングチャートは縦軸を表示領域11のライン番号を、横軸に1フレーム期間内の時間を表している。ここで、ライン番号は表示領域の上側から何行目の画素12であるかを表している。1フレーム期間は、画素に表示信号を書き込む期間Aと、EL素子が発光して画像を表示する期間Cに分かれている。さらに期間Aは、自分の画素に表示信号を書き込む期間A1と自分以外の画素に表示信号を書き込む期間A2に分かれている。期間Aにおいて期間A1が1番ラインから順番に2番ライン、3番ラインと割り当てられ、期間Aの最後でn番ラインに割り当てられる。期間A1以降の残りの時間は期間A2である。期間Aではスイッチ25はOFFであり、TFT16のON/OFF状態にかかわらずEL素子21には電流は流れず、EL素子21は点灯していない。期間A1において、信号線D1には表示信号であるアナログ電圧信号Vdataを供給すると、接続するキャパシタ17の一端にも同電圧が供給される。はじめにP1をHレベルにすると、TFT15を通してノードbにHレベルの電圧が供給される。次にW1をHHレベルにするとTFT13がONになり、ノードaはHレベルになる。その後、P1をLレベルにするとTFT14を通して電流が流れ、ノードaとノードbにはTFT14のドレインソース電極間のON/OFFがちょうど切り替わるときのゲート電極ソース電極間の電圧であるスレッショルド電圧Vthが残留し、キャパシタ17のもう一端に印加される。最後に、W1をLLレベルにするとノードaはノードbと切り離され、キャパシタ17は表示信号であるアナログ電圧Vdataと、TFT14のスレッショルド電圧であるVthの差電圧“Vdata-Vth”を記憶する。期間A2では、他のラインの画素に書き込みをしているので、W1、P1は変化しない。このとき、信号線D1の電圧は変化するが、TFT14がOFFであるのでキャパシタ17が記憶したVdata-Vthの電圧は保存されている。期間Cにおいては、画素12は点灯動作をする。期間Cの始めに、P1にHレベルのバースを供給する。すると、TFT15を通してキャパシタ18にHレベルの電圧が印加され、TFT16はONになる。P1がLレベルになった後も、キャパシタ18がHレベルの電圧を記憶しているので、TFT16はONの状態を保持する。なお、P1~Pm全てにバースが供給され、全ての画素が同様な動作をする(プリセット動作)。次に、スイッチ25をONにして電源26からTFT16に電流を供給する。キャパシタ18にはHレベルの電圧が記憶されているので、TFT16はONであり、EL素子21に電流が供給されてEL素子21は発光する。一方、信号線D1には、表示信号であるアナログ電圧のとり得る範囲の最低電圧から最高電圧へ様に増加する三角波を入力する。期間Cにおいて時間が経過すると、信号線D1の電圧は三角波に従い徐々に上昇するので、画素1

2のノードaの電圧も上昇する。信号線D1の電圧と、各画素12に期間A1の時に書き込んだ電圧Vdataとが等しくなったとき、ノードaの電圧がちょうどTFT14のスレッショルド電圧Vthになって、TFT14はOFFからONに変化し、キャパシタ18の電荷がTFT14を通して放電され、ノードbの電位はLレベルになる。するとTFT16はOFFになり、TFT16を流れる電流が0になってEL素子12は消灯する(リセット動作)。信号線D1に三角波を入力するとき、信号線P1はLレベルに固定にする必要がある。なぜならば、TFT14のスレッショルド電圧VthはP1はTFT14のソース電極の電圧を基準としているからである。つまり、信号線P1のLレベルの電圧は、三角波に対して基準電圧となっている。最後にスイッチ25を再びOFFにすることで、期間Cは終了する。以上のように期間CにおいてTFT16をONにするプリセット動作は表示信号にかかわらず期間Cの始めに行われ、TFT16をOFFにするリセット動作のタイミングは、表示信号であるアナログ電圧Vdataに依存する。したがって、アナログ電圧VdataによってEL素子21のONとOFF時間の比率を、スイッチ25がONである時間の0%から100%まで変化できる。EL素子21が発光状態のときにEL素子21の発光輝度がほぼ一定になるように、電源26から電流を供給することで、画素12の平均輝度はこのON/OFFの時間比率、すなわち表示信号であるアナログ電圧Vdataによって制御することができる。したがって、表示信号であるアナログ電圧信号Vdataによって各画素の平均輝度を多段階に制御することができるので、本発明の第一の実施例によって階調のある画像を表示することができる。さらに、信号線D1に inputsする三角波の傾斜角度に変化をつけるだけで、アナログ電圧信号Vdata-平均輝度の関係に対して容易に γ 補正をすることもできる。なお、図示された三角波に代えて、階段状に電圧が増加する電圧波形のように時間経過に対して電圧が不連続に増加する波形を用いてもよい。さらに、1フレーム内にEL素子が発光している時間は必ず連続しており、動画像を表示しても擬似輪郭は発生しない。さらに、1フレーム期間で各画素12に表示信号を書き込む回数は1回であるので、書き込み回数が少なく、高解像度化が容易である。したがって本発明の第一の実施例によって、 γ 補正が容易で、動画に対して擬似輪郭が発生せず、高解像度化が容易なELディスプレイを構成することができる。本発明の第一の実施例の第一の変形例として、TFT16をpチャネル型の薄膜トランジスタで形成する構成をすることもできる。この場合、TFT16はゲート電位がHレベルのときにOFF、Lレベルの時にONになるので、期間Cにおけるプリセット動作によりOFFになり、リセット動作により反転してON状態になる。つまり、期間CにおけるEL素子の点灯、消

灯期間が反転する。結果として、画素12の平均輝度はこのON/OFFの時間比率、すなわち表示信号であるアナログ電圧Vdataによって制御することができるので、本発明の第一の実施例と等価である。本発明の第一の実施例の第二の変形例として、プリセット動作を開始するHパルスとを供給する配線と、三角波の基準となる電圧を供給する配線を分けて構成することもできる。

図4に本発明の第一の実施例の第二の変形例の画素の回路図を示す。画素12を構成するTFT13~16、キャパシタ17、18、EL素子21は図1と全く同じであるが、TFT14のソース電極と、キャパシタ18の一端が電極24に接続する構成になっている点が図1と異なる。電極24は複数の画素12を接続する配線で形成されており、信号線D1に供給される三角波の基準となる電圧が外部から供給されている。本発明の第一の実施例の第二の変形例でも、図3と同様の動作波形で動作することができ、第一の実施例としての効果を得ることができる。本発明の第一の実施例の第三の変形例として、図2に示した電源26とスイッチ25と並列に、図5に示すように電源26とは逆極性の電源32とスイッチ31で構成した回路を負荷することができる。スイッチ25をOFFの期間にスイッチ31をONにすることで、EL素子21に残留している電荷を取り除くことができる。本発明の第一の実施例の第四の変形例として、EL素子の陽極と陰極の向きを逆にして電流ILEDを逆向きに流して点灯することもできる。その場合、電源26の陽極と陰極を逆向きにして接続して逆方向の電流を供給する。

(2) 図6に本発明の第二の実施例の画素およびその周辺の回路図を示す。本発明の第一の実施例がnチャネルTFTを基本として構成されているのに対し、本発明の第二の実施例はpチャネルTFTを基本として構成されている。画像を表示する表示領域11には2次元的に画素12が複数配列されている。画素12は、TFT33~36、キャパシタ37、38で構成される画素回路と、EL素子21で構成されている。EL素子21の陰極は共通電極29に接続されている。TFT33~36は全てpチャネル型の薄膜トランジスタである。表示領域11には、表示信号を含むアナログ電圧信号を伝える信号線D1、D2、EL素子21に流す電流を供給する配線E1、E2と、画素12の画素回路を制御する信号線W1、W2、P1、P2がマトリクス状に配線されている。キャパシタ38の一端は電極39に接続されている。電極39は外部で接地された配線で構成するか、共通電極29に接続するか、あるいは配線E1に接続している。TFT36はスイッチ手段であり、配線E1からEL素子21への電流の供給と遮断を制御する。キャパシタ38はスイッチ手段であるTFT36のゲート電圧を保持することでTFT36のON/OFFの状態を記憶する。TFT35はプリセット手段であり、信号線P

1にネガティブパルスが入力された時にキャパシタ38に電圧をプリセットする。TFT34はリセット手段であり、ゲート電圧がスレッシュホールド電圧を超えるか否かによってキャパシタ38の電圧のリセットを制御する。TFT33はTFT34のスレッシュホールド電圧キャンセル手段である。キャパシタ37は信号線D1の表示信号であるアナログ電圧信号とTFT34のスレッシュホールド電圧の差電圧を記憶する記憶手段である。図2に本発明の第一および第二の実施例の構成図を示す。本発明の第二の実施例は第一の実施例と比べて画素12内部が異なるが、画素12の外部の構成は同じであるので、図2についての説明は、本発明の第一の実施例と全く同になるのでここでは省略する。ところで、図6では表示領域11に画素12を2×2の4つしか記述しなかったが、実用的にはさらに多くあり、カラーVGA(640画素×RGB3色×480画素)の解像度の場合、紙面横方向の画素数はm=1920になり、紙面縦方向の画素数はn=480になる。同様に信号線D1~Dm、配線E1~Emは1920本、信号線W1~Wn、P1~Pnは480本になる。図7(A)に本発明の第一の実施例の駆動電圧波形、動作電圧波形、および動作電流波形を示す。また、図7(B)は1フレーム期間における図7(A)の波形のタイミングチャートを示す。図7(A)の横軸は時間である。波線の部分では時間の連続性がないことを意味している。SW25はスイッチ25のON/OFF動作の状態を示している。W1、P1、D1は各信号線に入力する電圧を縦軸に表している。a、bは各ノードで発生する電圧を縦軸に表している。ILEDはEL素子21に流れる電流を縦軸に表している。いずれも図面上方向が+方向である。W1、P1の信号はそれぞれ2値のロジック電圧であり、D1の信号はアナログ電圧である。W1においてLレベルはTFT33がONになる電圧、HHレベルはTFT33がOFFになる電圧である。P1において、LレベルはTFT36をONにするのに十分な電圧、HレベルはTFT36をOFFにするのに十分な電圧を意味する。また、信号線D1およびノードa、bのアナログ電圧はHレベル電圧を基準電圧0Vとして記述する。図7(A)の斜線部分は複数の値を取り得るか、あるいは動作に無関係であることを示している。なお、図7(A)のW1、P1、D1の記号の数字"1"は、1列目、1行目の画素12に供給する信号を意味する数字であるので、ほかの画素の場合には対応する列と行に数字は変更になる。図7(B)のタイミングチャートは縦軸を表示領域11のライン番号を、横軸に1フレーム期間内の時間を表している。ここで、ライン番号は表示領域の上側から何行目の画素12であるかを表している。1フレーム期間は、画素に表示信号を書き込む期間Aと、EL素子が発光して画像を表示する期間Cに分かれている。さらに期間Aは、自分の画素に表示信号を書き込む期間A1と自分以外の画素に

表示信号を書き込む期間A 2に分かれている。期間Aにおいて期間A 1が1番ラインから順番に2番ライン、3番ラインと割り当てられ、期間Aの最後でn番ラインに割り当てられる。期間A 1以降の残りの時間は期間A 2である。期間Aではスイッチ25はOFFであり、TFT 36のON/OFF状態にかかわらずEL素子21には電流は流れず、EL素子21は点灯していない。期間A 1において、信号線D 1には表示信号であるアナログ電圧信号V dataを供給すると、接続するキャパシタ37の一端にも同電圧が供給される。はじめにP 1をLレベルにすると、TFT 35を通してノードbにLレベルの電圧が供給される。次にW 1をLレベルにするとTFT 33がONになり、ノードaはLレベルになる。その後、P 1をHレベルにするとTFT 34を通して電流が流れ、ノードaとノードbにはTFT 34のドレインソース電極間のON/OFFがちょうど切り替わる
 ときのゲートソース電極間の電圧であるスレッシュ
 10 ールド電圧V thが残留し、キャパシタ37のもう一端に印加される。最後に、W 1をHHレベルにするとノードaはノードbと切り離され、キャパシタ37は表示信号であるアナログ電圧V dataと、TFT 34のスレッシュ
 20 ルド電圧であるV thの差電圧"V data-V th"を記憶する。期間A 2では、他のラインの画素に書き込みをしているので、W 1、P 1は変化しない。このとき、信号線D 1の電圧は変化するが、TFT 34がOFFであるのでキャパシタ37が記憶したV data-V thの電圧は保存されている。期間Cにおいては、画素12は点灯動作をする。期間Cの始めに、P 1にLレベルの
 バルスを供給する。すると、TFT 35を通してキャ
 30 パシタ39にLレベルの電圧が印加され、TFT 36はONになる。P 1がHレベルになった後も、キャパシタ39がLレベルの電圧を記憶しているので、TFT 36はONの状態を保持する。なお、P 1~P m全てにバルスが供給され、全ての画素が同様な動作をする（プリ
 セット動作）。次に、スイッチ25をONにして電源26からTFT 36に電流を供給する。キャパシタ38にはLレベルの電圧が記憶されているので、TFT 36はONであり、EL素子21に電流が供給されてEL素子
 40 21は発光する。一方、信号線D 1には、表示信号であるアナログ電圧のとり得る範囲の最高電圧から最低電圧へ様に減少する三角波を入力する。期間Cにおいて時間が経過すると、信号線D 1の電圧は三角波に従い徐々に下降するので、画素12のノードaの電圧も下降する。信号線D 1の電圧と、各画素12に期間A 1の時に書き込んだ電圧V dataとが等しくなったとき、ノードaの電圧がちょうどTFT 34のスレッシュ
 ルド電圧V thになって、TFT 34はOFFからONに変化し、キャパシタ38の電荷がTFT 34を通して放電され、ノードbの電位はHレベルになる。するとTFT 36はOFFになり、TFT 36を流れる電流が0になっ

てEL素子12は消灯する（リセット動作）。信号線D 1に三角波を入力するとき、信号線P 1はHレベルに固定にする必要がある。なぜならば、TFT 34のスレッシュ
 10 ルド電圧V thはP 1はTFT 34のソース電極の電圧を基準としているからである。つまり、信号線P 1のHレベルの電圧は、三角波に対して基準電圧となっている。最後にスイッチ25を再びOFFにすることで、期間Cは終了する。以上のように期間CにおいてTFT 16をONにするプリセット動作は表示信号にかかわらず期間Cの始めに行われ、TFT 16をOFFにするリ
 セット動作のタイミングは、表示信号であるアナログ電
 20 圧V dataに依存する。したがって、アナログ電圧V dataによってEL素子21のONとOFF時間の比率を、スイッチ25がONである時間の0%から100%まで変化できる。EL素子21が発光状態のときにEL素子21の発光輝度がほぼ一定になるように、電源26から電流を供給することで、画素12の平均輝度はこのON/OFFの時間比率、すなわち表示信号である
 アナログ電圧V dataによって制御することができる。したがって、表示信号であるアナログ電圧信号V dataによって各画素の平均輝度を多段階に制御すること
 30 ができるので、本発明の第一の実施例によって階調のある画像を表示することができる。さらに、信号線D 1に入力する三角波の傾斜角度に変化をつけるだけで、アナログ電圧信号V data-平均輝度の関係に対して容易に γ 補正をすることもできる。さらに、1フレーム内にEL素子が発光している時間は必ず連続しており、動
 40 画像を表示しても擬似輪郭は発生しない。さらに、1フレーム期間で各画素12に表示信号を書き込む回数は1回であるので、書き込み回数が少なく、高解像度化が容易である。したがって本発明の第二の実施例によって、 γ 補正が容易で、動画に対して擬似輪郭が発生せず、高解像度化が容易なELディスプレイを構成することができる。本発明の第二の実施例の第一の変形例として、TFT 36をnチャンネル型の薄膜トランジスタで形成する構成をすることもできる。この場合、TFT 36はゲート電位がLレベルのときにOFF、Hレベルの時にON
 50 になるので、期間Cにおけるプリセット動作によりOFFになり、リセット動作により反転してON状態になる。つまり、期間CにおけるEL素子の点灯、消灯期間が反転する。結果として、画素12の平均輝度はこのON/OFFの時間比率、すなわち表示信号であるアナログ電圧V dataによって制御することができるので、本発明の第二の実施例と等価である。また、本発明の第二の実施例は、本発明の第一の実施例の第二、第三、第四の変形例と同様な構造をとることができる。本発明の第二の実施例の第五の変形例として、図8に示すように画素12内で配線E 1とスイッチ手段であるTFT 36との間にpチャンネル型のTFT 41を挿入した構成をとることができる。TFT 41のゲート電極は表示領域1

1の外部に配線42に接続され、基準電圧源43の片方の電極に接続している。基準電源のもう片方の電極は接地電極44に接続する。接地電極44は共通電極29に接続するか、あるいは図2に示した電源26の陽極に接続する。基準電圧源43はTFT41が定電流を発生する飽和領域で動作するゲート電圧を発生し、配線42を通してTFT41に供給する。これによって、TFT36がON状態のときにEL素子21を流れるは、電流EL素子21の持つ電圧-電流特性の変化による影響を受けにくくなり、より安定した輝度を得ることができる。

(3) 図9に本発明の第三の実施例の画素およびその周辺の回路図を示す。本発明の第三の実施例では、EL素子が点灯するときの電流を安定するために、画素内に定電流を発生する回路を構成している。表示領域61には2次元的に画素62が複数配列され、画素62は、TFT71~77、キャパシタ78、79で構成される画素回路と、EL素子81で構成されている。また、EL素子81の陰極は共通電極89に接続されている。TFT71~77は全てpチャネル型の薄膜トランジスタである。表示領域61には、表示信号を含むアナログ電圧信号を伝える信号線D1、D2、基準電流を供給する配線E1、E2と、画素62の画素回路を制御する信号線W1、W2、P1、P2、R1、R2とがマトリクス状に配線されている。また、EL素子81に電流を供給する電源86と、EL素子21への電流供給を制御する信号線S_{pow}とが全ての画素62に接続している。TFT74はスイッチ手段であり、配線E1からEL素子81への電流の供給と遮断を制御する。キャパシタ79はスイッチ手段であるTFT74のゲート電圧を保持することでTFT74のON/OFFの状態を記憶する。TFT75はプリセット手段であり、信号線R1にネガティブパルスが入力された時にキャパシタ79に電圧をプリセットする。TFT72はリセット手段であり、ゲート電圧がスレッシュホールド電圧を超えるか否かによってキャパシタ79の電圧のリセットを制御する。TFT71はTFT72のスレッシュホールド電圧キャンセル手段である。キャパシタ78は信号線D1の表示信号であるアナログ電圧信号とTFT72のスレッシュホールド電圧の差電圧を記憶する記憶手段である。また、TFT74~77とキャパシタ79は定電流回路を構成しており、キャパシタ79はTFT74がON状態のときにTFT74が定電流を発生するのに必要なゲート電圧を記憶する働きもする。表示領域の外部には基準電流源82があり、基準電流源82は定電流を発生するための抵抗器84と、配線E1、E2に高電圧が発生するのを防止するための保護ダイオードであるTFT83が紙面横方向に複数配列して構成され、基準電流を発生するための電源87と、定電流を供給する配線E1、E2に接続している。また、電源87の陽極は接地電極88に接続し、接地電極88と共通電極89は電氣的に接続している。なお、

電源87が発生する高い負電圧がE1、E2に発生するのを防止するため、保護ダイオード回路としてTFT83を設けている。図10に本発明の第三実施例の構成図を示す。ガラス基板51の表面には、表示領域61があり、複数の画素62が形成されている。また、ガラス基板51の表面には、信号線W1~Wn、P1~Pn、R1~Rn、信号線D1~Dm、配線E1、E2と、信号線W1~Wn、P1~Pn、R1~Rnの制御信号を発生する走査回路52、信号線D1~Dmの信号を発生する信号回路53、配線E1~Emに基準電流を発生する基準電流源82が配置されている。走査回路52、信号回路53、基準電流源82はそれぞれTFTでガラス基板51上に形成するか、あるいは半導体LSIを取り付けることによって構成される。走査回路52は表示領域61の両側に配置することで、信号線P1~Pn、W1~Wn、R1~Rnへの信号の供給能力を上げることができる。また、信号回路53と基準電流源82は表示領域61に対して紙面上下方向いずれの辺に配置してもかまわない。図10には記載していないが、表示領域61を覆うように共通電極89が形成されており、画素62のEL素子81の陰極に接続している。画素62のEL素子81の発光は、ガラス基板51からガラス基板の背面方向に透過し、図10の図面の背面から表示画像を見ることができる。共通電極89を透明にした場合は、図10の図面の正面からでも表示画像を見ることができる。EL素子には有機ELダイオードを使用することができる。また、EL素子81のそれぞれに、赤、緑、青の発光材料を用いることで、カラー表示をすることもできる。ところで、図9では表示領域61に画素62を2×2の4つしか記述していないが、実用的にはさらに多くあり、カラーVGA(640画素×RGB3色×480画素)の解像度場合、紙面横方向の画素数はm=1920になり、紙面縦方向の画素数はn=480になる。同様に信号線D1~Dm、配線E1~Emは1920本、信号線P1~Pn、W1~Wn、R1~Rnは480本になる。図11(A)に本発明の第三の実施例の駆動電圧波形、動作電圧波形、および動作電流波形を示す。また、図11(B)は1フレーム期間における図11(A)の波形のタイミングチャートを示す。図11(A)の横軸は時間である。波線の部分では時間の連続性がないことを意味している。S_{pow}、R1、P1、W1、D1は各信号線に入力する電圧を縦軸に表している。a、bは各ノードで発生する電圧を縦軸に表している。ILEDはEL素子81に流れる電流を縦軸に表している。いずれも図面上方向が+方向である。S_{pow}、R1、P1、W1の信号は2値のロジック電圧であり、D1の信号はアナログ電圧である。S_{pow}、R1、W1においてLLレベルはTFT71、TFT75~77をONにする電圧よりも低い電圧であり、HHレベルはOFFにする電圧よりも高い電圧である。

P1においてHレベルはTFT74をOFFにするのに十分低い電圧、LレベルはHレベルに対して高い電圧であることを意味する。また、信号線D1およびノードa、bのアナログ電圧はHレベルの電圧を基準電圧0Vとして記述する。図11(A)の斜線部分は複数の値を取り得るか、あるいは動作に無関係であることを示している。なお、図11(A)のR1、P1、W1、D1の記号の数字"1"は、1列目、1行目の画素62に供給する信号を意味する数字であるので、ほかの画素の場合には対応する列と行に数字は変更になる。図11(B)のタイミングチャートは縦軸を表示領域61のライン番号を、横軸に1フレーム期間内の時間を表している。ここで、ライン番号は表示領域の上側から何行目の画素62であるかを表している。1フレーム期間は、画素に表示信号を書き込む期間A、画素に基準電流を書き込む期間B、EL素子が発光して画像を表示する期間Cに分かれている。さらに期間Aは、自分の画素に表示信号を書き込む期間A1と自分以外の画素に表示信号を書き込む期間A2に分かれ、期間Bは、自分の画素に基準信号を書き込む期間B1と自分以外の画素に電基準電流を書き込む期間B2に分かれている。期間Aにおいて期間A1が1番ラインから順番に2番ライン、3番ラインと割り当てられ、期間Aの最後でn番ラインに割り当てられる。期間A1以降の残りの時間は期間A2である。同じく、期間Bにおいて期間B1が1番ラインから順番に2番ライン、3番ラインと割り当てられ、期間Bの最後でn番ラインに割り当てられる。期間B1以降の残りの時間は期間B2である。期間A1では、画素回路のTFT71~73とキャパシタ78が動作する。信号線D1には表示信号であるアナログ電圧信号Vdataを供給すると、接続するキャパシタ78の一端にも同電圧Vdataが供給される。はじめにP1をLレベルにすると、TFT73を通してノードbに電圧が供給される。次にW1をLレベルにするとTFT71がONになり、ノードaもLレベルになる。その後、P1をHレベルにするとTFT72を通して電流が流れ、ノードaとノードbにはTFT72のドレイン-ソース電極間のON/OFFがちょうど切り替わるときのゲート-ソース電極間の電圧であるスレッシュホールド電圧Vthが残留し、キャパシタ78のもう一端に印加される。最後に、W1をHHレベルにするとノードaはノードbと切り離され、キャパシタ78はVdata-Vthの電圧を記憶する。期間A2では、他のラインの画素に表示信号を書き込んでいるので、R1、P1、W1は変化しない。このとき、信号線D1の電圧は変化したが、TFT71がOFFであるのでキャパシタ78が記憶したVdata-Vthの電圧は保存されている。期間Bにおいて、基準電流源82は、配線E1から基準電流源82へ向かって流れる電流irefが発生している。電流irefは、電源87の電圧を十分高くすることで、 $iref \approx Vx/Rx$

(Vx:電源87の電圧、Rx:抵抗器84の抵抗値)の定電流を得ることができる。抵抗器84は薄膜トランジスタのソース電極やドレイン電極に使われるポリシリコン膜や、ゲート電極に使われる金属配線を細長く加工することで形成することができる。期間B1では、画素回路のTFT74~76とキャパシタ79が動作する。期間B1ではR1をLLレベルにして、TFT75、76をONにする。すると、電源86-TFT76-TFT74-配線E1-基準電流源82の経路で定電流irefが流れる。このときTFT74は飽和領域で動作し、TFT74のゲート-ソース電極間にはTFT74がドレイン-ソース電極間に電流irefを流すのに必要な電圧Vrefが発生し、キャパシタ79に印加される。その後、R1がHHレベルになり、TFT75、76がOFFになるとTFT74を流れる電流は0になるが、キャパシタ79は、電圧Vrefを記憶している。期間B2では、他のラインの画素に電流irefを書き込んでいるが、制御信号R1がHHレベルであるので、TFT75、76がOFF状態を保ち、キャパシタ79の電圧は保存されている。以上のように期間Bにおいて、全ての画素のキャパシタ79に電圧Vthがプリセットされる(プリセット動作)。期間Cでは、SpowをLLレベルにするのでTFT77がONになり、電源86-TFT74-TFT77-EL素子81-共通電極89の経路で電流が流れ、EL素子81は発光する。このとき、全ての画素回路において、TFT74はキャパシタ79が記憶した電圧Vrefによって定電流irefが発生し、EL素子81に定電流irefが流れて、EL素子21は均一な強度で発光する。一方、信号線D1には、表示信号であるアナログ電圧のとり得る範囲の最高電圧から最低電圧へ変化する三角波を入力する。期間Cにおいて時間が経過すると、信号線D1の電圧は三角波に従い徐々に下降するので、画素62のノードaの電圧も下降する。信号線D1の電圧と、各画素62に期間A1の時に書き込んだ電圧Vdataとが等しくなったとき、ノードaの電圧がTFT72のスレッシュホールド電圧Vthになって、TFT72はOFFからONに変化し、キャパシタ79に電荷がTFT72を通して充電され、ノードbの電位はHレベルになる。するとirefを流していたTFT74はOFFになり、TFT74を流れる電流が0になってEL素子81は消灯する(リセット動作)。信号線D1に三角波を入力するとき、信号線P1はHレベルに固定にする必要がある。なぜならば、TFT72のスレッシュホールド電圧VthはP1はTFT72のソース電極の電圧を基準としているからである。つまり、信号線P1のHレベルの電圧は、三角波に対して基準電圧となっている。最後にスイッチSpowを再びHHレベルにすることで、TFT77はOFFになり、期間Cは終了する。以上のようにプリセット動作は表示信号にかかわらず期間Bの間に完了し、

TFT74をOFFにするリセット動作のタイミングは、表示信号であるアナログ電圧Vdataに依存する。したがって、アナログ電圧VdataによってEL素子81のONとOFF時間の比率を、S_{pow}がLLレベルである時間の0%から100%まで変化できる。EL素子81が発光状態のとき、発光輝度は電流i_{ref}によって一定に保たれているので、画素62の平均輝度はこのON/OFFの時間比率に比例する。すなわち、画素62の平均輝度は表示信号であるアナログ電圧Vdataによって制御することができる。したがって、表示信号であるアナログ電圧信号Vdataによって各画素の平均輝度を多段階に制御することができるので、本発明の第三の実施例によって階調のある画像を表示することができる。さらに、信号線D1に入力する三角波の傾斜角度に変化をつけるだけで、アナログ電圧信号Vdata-平均輝度の関係に対して容易に γ 補正をすることもできる。なお、図示された三角波に代えて、階段状に電圧が増加する電圧波形のように時間経過に対して電圧が不連続に増加する波形を用いてもよい。さらに、1フレーム内にEL素子が発光している時間は必ず連続しており、動画像を表示しても擬似輪郭は発生しない。さらに、1フレーム期間で各画素62に表示信号と基準電流を書き込む回数が合計2回であるので、書き込み回数が少なく、高解像度化が容易である。したがって本発明の第一の実施例によって、 γ 補正が容易で、動画に対して擬似輪郭が発生せず、高解像度化が容易なELディスプレイを構成することができる。また、本発明の第三の実施例を構成する薄膜トランジスタはpチャネル型であったが、本発明の第一の実施例と第二の実施例の関係と同様にして、本発明の第三の実施例と同様な実施例をnチャネル型の薄膜トランジスタで構成することができるのは明らかである。

(4) 図12に本発明の第四の実施例の画素およびその周辺の回路図を示す。本発明の第四の実施例では、画素に表示信号を書き込む時間をより長くすることができる構造になっている。画像を表示する表示領域111には2次元的に画素112が複数配列されている。

【0006】画素112は、TFT113~118、キャパシタ119、120で構成される画素回路と、EL素子121で構成されている。EL素子121の陰極は共通電極129に接続されている。TFT113~118は全てnチャネル型の薄膜トランジスタである。表示領域111には、表示信号を含むアナログ電圧信号を伝える信号線D1、D2、EL素子121に流す電流を供給する配線E1、E2と、画素12の画素回路を制御する信号線W1、W2、P1、P2、SD1、SD2、SA1、SA2、三角波電圧信号を供給する信号線AT1、AT2がマトリクス状に配線されている。キャパシタ120の一端は電極122に接続されている。電極122は外部で接地された配線で構成するか、共通電極1

29に接続するか、あるいは配線E1に接続している。TFT116はスイッチ手段であり、配線E1からEL素子121に電流の供給と遮断を制御する。キャパシタ120はスイッチ手段であるTFT116のゲート電圧を保持することでTFT116のON/OFFの状態を記憶する。TFT115はプリセット手段であり、信号線P1にポジティブパルスが入力された時にキャパシタ120に電圧をプリセットする。TFT114はリセット手段であり、ゲート電圧がスレッシュホールド電圧を超えるか否かによってキャパシタ120の電圧のリセットを制御する。TFT113はTFT114のスレッシュホールド電圧キャンセル手段である。キャパシタ119は信号線D1の表示信号であるアナログ電圧信号とTFT114のスレッシュホールド電圧の差電圧を記憶する記憶手段である。TFT117は信号線D1の表示信号であるアナログ電圧信号を選択してキャパシタ119に供給する選択スイッチである。TFT118は信号線AT1の三角波電圧を選択してキャパシタ119に供給する選択スイッチである。図13に本発明の第四の実施例の構成図を示す。ガラス基板101の表面には、表示領域111があり、複数の画素112が形成されている。また、ガラス基板101の表面には、信号線W1~Wn、P1~Pn、SD1~SDn、SA1~SAn、AT1~ATn、D1~Dm、配線E1~Emと、信号線W1~Wn、P1~Pn、SD1~SDn、SA1~SAnへ制御信号を発生する走査回路102、信号線D1~Dmの信号を発生する信号回路103、信号線AT1~ATnに三角波電圧を発生する三角波発生回路104が配置されている。走査回路102、信号回路103、三角波発生回路104はそれぞれTFTでガラス基板101上に形成するか、あるいは半導体LSIを取り付けることによって構成される。走査回路102および三角波発生回路104は表示領域111の両側に配置することで、信号線W1~Wn、P1~Pn、SD1~SDn、SA1~SAn、AT1~ATnへの信号の供給能力を上げることができる。また、信号回路103は表示領域に対して紙面上下方向いずれの辺に配置してもかまわない。基板101の外部にある電源126は、接地電極128と配線E1~Emの全てに接続している。配線E1~Emは基板1の表面あるいは外部で互いに接続しており、基板101の表面で接続している場合は、配線E1~Em間で隣接する配線を短絡する配線を多数作成し、配線E1~Emを1つの網目状の電極として形成してもよい。図13には記載していないが、表示領域111を覆うように共通電極129が形成されており、全ての画素112のEL素子121に接続している。また、共通電極129は接地電極128と電気的に接続している。画素112のEL素子121の発光は、ガラス基板101からガラス基板の背面方向に透過し、図13の図面の背面から表示画像を見ることができる。共通電極129を透明

にした場合は、図13の図面の正面からでも表示画像を見ることができる。EL素子には有機ELダイオードを使用することができる。また、EL素子121のそれぞれに、赤、緑、青の発光材料を用いることで、カラー表示をすることもできる。ところで、図12では表示領域111に画素112を2×2の4つしか記述しなかったが、実用的にはさらに多くあり、カラーVGA(640画素×RGB3色×480画素)の解像度場合、紙面横方向の画素数は $m=1920$ になり、紙面縦方向の画素数は $n=480$ になる。同様に信号線D1~Dm、配線E1~Emは1920本、信号線W1~Wn、P1~Pn、SD1~SDn、SA1~SAn、AT1~ATnは480本になる。図14(A)に本発明の第四の実施例の駆動電圧波形、動作電圧波形、および動作電流波形を示す。また、図14(B)は1フレーム期間における図14(A)の波形のタイミングチャートを示す。図14(A)の横軸は時間である。SD1、SA1、P1、W1、D1、AT1は各信号線に入力する電圧を縦軸に表している。a、bは各ノードで発生する電圧を縦軸に表している。ILEDはEL素子121に流れる電流を縦軸に表している。いずれも図面上方向が+方向である。SD1、SA1、P1、W1の信号はそれぞれ2値のロジック電圧であり、AT1、D1の信号はアナログ電圧である。SD1、SA1、W1において、HHレベルはそれぞれTFT117、TFT118、TFT113がONになる電圧、LLレベルはOFFになる電圧である。P1において、HレベルはTFT116をONにするのに十分な電圧、LレベルはTFT116をOFFにするのに十分な電圧を意味する。また、信号線D1、AT1およびノードa、bのアナログ電圧はLレベル電圧を基準電圧0Vとして記述する。図14(A)の斜線部分は複数の値を取り得るか、あるいは動作に無関係であることを示している。なお、図14(A)のW1、P1、SD1、SA1、AT1、D1の記号の数字"1"は、1列目、1行目の画素112に供給する信号を意味する数字であるので、ほかの画素の場合には対応する列と行に数字は変更になる。図14(B)のタイミングチャートは縦軸を表示領域111のライン番号を、横軸に1フレーム期間内の時間を表している。ここで、ライン番号は表示領域の上側から何行目の画素112であるかを表している。1フレーム期間は、自分の画素に表示信号を書き込む期間A1と、EL素子を発光する期間A2に分かれている。1フレーム期間内において、期間A1が1番ラインから順番に2番ライン、3番ラインと割り当てられ、期間Aの最後でn番ラインに割り当てられる。期間A2は現在の1フレーム期間内の期間A1が終了してから次の1フレーム期間の期間A1が開始されるまでの時間である。要するに、各ラインのタイミングがそれぞれ期間A1だけシフトしている訳である。期間A1において、信号線SD1をHHレベルにし、信号線

D1に表示信号であるアナログ電圧信号Vdataを供給すると、TFT117を通してキャパシタ119の一端にも電圧Vdataが供給される。続いてP1をHレベルにすると、TFT115を通してノードbにHレベルの電圧が供給される。次にW1をHHレベルにするとTFT113がONになり、ノードaはHレベルになる。その後、P1をLレベルにするとTFT114を通して電流が流れ、ノードaとノードbにはTFT114のドレインソース電極間のON/OFFがちょうど切り替わるときのゲートソース電極間の電圧であるスレッシュホールド電圧Vthが残留し、キャパシタ119のもう一端に印加される。その後に、W1をLLレベルにするとノードaはノードbと切り離され、キャパシタ119は表示信号であるアナログ電圧Vdataと、TFT114のスレッシュホールド電圧Vthの差電圧"Vdata-Vth"を記憶する。最後にSD1をLLレベルにしてTFT117をOFFにする。なお、P1がHレベルである時間、EL素子121に電流が流れて点灯するが、P1がHレベルである時間は、1フレーム期間よりはるかに短く、これによる発光は無視できる。期間A2では、他のラインの画素に書き込みをしているので、W1、P1、SD1は変化しない。このとき、信号線D1の電圧は変化するが、TFT113およびTFT117がOFFであるのでキャパシタ17が記憶したVdata-Vthの電圧は保存されている。また、期間A2では、画素112は点灯動作をする。期間A2の始めに、P1にHレベルのパルスを供給する。すると、TFT115を通してキャパシタ120にHレベルの電圧が印加され、TFT116はONになる。P1がLレベルになった後も、キャパシタ18がHレベルの電圧を記憶しているので、TFT116はONの状態を保持し、EL素子121に配線E1から電流が流れて発光する(プリセット動作)。また、P1にHレベルのパルスを供給すると同時にSA1をHレベルにすると、TFT118がONになり、キャパシタ119には信号線AT1の電圧が供給される。そして、信号線AT1には、表示信号であるアナログ電圧のとり得る範囲の最低電圧から最高電圧へ一様に増加する三角波を入力する。期間A2において時間が経過すると、信号線AT1の電圧は三角波に従い徐々に上昇するので、画素112のノードaの電圧も上昇する。信号線AT1の電圧と、画素112に期間A1の時に書き込んだ電圧Vdataとが等しくなったとき、ノードaの電圧がちょうどTFT114のスレッシュホールド電圧Vthになって、TFT114はOFFからONに変化し、キャパシタ120の電荷がTFT114を通して放電され、ノードbの電位はLレベルになる。するとTFT116はOFFになり、TFT116を流れる電流が0になってEL素子112は消灯する(リセット動作)。信号線AT1に三角波を入力するとき、信号線P1はLレベルに固定にする必要がある。なぜなら

ば、TFT114のスレッシュホールド電圧 V_{th} はP1はTFT114のソース電極の電圧を基準としているからである。つまり、信号線P1のLレベルの電圧は、三角波に対して基準電圧となっている。最後にSA1を再びLLレベルにすることで、期間A2は終了する。以上のように期間A2においてプリセット動作は表示信号にかかわらず期間A2の始めに行われ、リセット動作のタイミングは、表示信号であるアナログ電圧 V_{data} に依存する。したがって、EL素子121の点灯と消灯時間の比率は、表示信号であるアナログ電圧 V_{data} によって0%から100%まで変化できる。EL素子121が発光状態のときにEL素子121の発光輝度がほぼ一定になるように、電源126から電流を供給することで、画素112の平均輝度はこのON/OFFの時間比率、すなわち表示信号であるアナログ電圧 V_{data} によって制御することができる。したがって、表示信号であるアナログ電圧信号 V_{data} によって各画素の平均輝度を多段階に制御することができるので、本発明の第四の実施例によって階調のある画像を表示することができる。さらに、信号線AT1~ATmに入力する三角波の傾斜角度に変化をつけるだけで、アナログ電圧信号 V_{data} —平均輝度の関係に対して容易に γ 補正をすることもできる。なお、図示された三角波に代えて、階段状に電圧が増加する電圧波形のように時間経過に対して電圧が不連続に増加する波形を用いてもよい。さらに、1フレーム内にEL素子が発光している時間は必ず連続しており、動画像を表示しても擬似輪郭は発生しない。さらに、1フレーム期間で各画素112に表示信号を書き込む回数は1回であるので、書き込み回数が少なくでき、かつ、各画素112に表示信号を書き込む時間を1フレーム全てに割り振る使うことができるので、書き込み時間を長くできるので、高解像度化が容易である。したがって本発明の第四の実施例によって、 γ 補正が容易で、動画に対して擬似輪郭が発生せず、高解像度化が容易なELディスプレイを構成することができる。本発明の第四の実施例の第一の変形例として、TFT116をpチャネル型の薄膜トランジスタで形成する構成をすることもできる。この場合、TFT116はゲート電位がHレベルのときにOFF、Lレベルの時にONになるので、プリセット動作によりOFFになり、リセット動作により反転してOFF状態になる。つまり、期間A2におけるEL素子の点灯、消灯期間が反転する。結果として、画素112の平均輝度はこのON/OFFの時間比率、すなわち表示信号であるアナログ電圧 V_{data} によって制御することができるので、本発明の第四の実施例と等価である。また、本発明の第四の実施例は、本発明の第一の実施例の第二、第四の変形例と同様な構造をとることができる。本発明の各実施例の画像表示装置は、nチャネル型、あるいはpチャネル型の薄膜トランジスタのみで画素回路を構成することができるの

で、両方のチャネル型が必要な画像表示装置に比べて製造コストを低減する効果がある。本発明の各実施例の画像表示装置は、携帯電話、TV、PDA、ノートPC、モニタに適用することで、携帯電話、TV、PDA、ノートPC、モニタの擬似輪郭を防止し、 γ 特性を容易にし、高解像度化を容易にすることができる。

【0007】

【発明の効果】本発明では、1フレーム期間に各画素に書き込む回数を1回ないしは2回と少なくしたので高解像度化が容易である。さらに、信号線に入力する三角波の傾斜角度に変化をつけるだけで、アナログ電圧信号 V_{data} —平均輝度の関係に対して容易に γ 補正をすることもできる。さらに、1フレーム内にEL素子が発光している時間は必ず連続しており、動画像を表示しても擬似輪郭は発生しない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例の画素およびその周辺の回路を表した図である。

【図2】本発明の第一および第二の実施例の構成を表した図である。

【図3】本発明の第一の実施例の駆動電圧波形、動作電圧波形、動作電流波形、および、タイミングチャートを表した図である。

【図4】本発明の第一の実施例の第二の変形例の画素の回路を表した図である。

【図5】本発明の第一の実施例の第三の変形例の特徴を表した図である。

【図6】本発明の第二の実施例の画素およびその周辺の回路を表した図である。

【図7】本発明の第二の実施例の駆動電圧波形、動作電圧波形、動作電流波形、および、タイミングチャートを表した図である。

【図8】本発明の第一の実施例の第五の変形例の特徴を表した図である。

【図9】本発明の第三の実施例の画素およびその周辺の回路を表した図である。

【図10】本発明の第三の実施例の構成を表した図である。

【図11】本発明の第三の実施例の駆動電圧波形、動作電圧波形、動作電流波形、および、タイミングチャートを表した図である。

【図12】本発明の第四の実施例の画素およびその周辺の回路を表した図である。

【図13】本発明の第四の実施例の構成を表した図である。

【図14】本発明の第四の実施例の駆動電圧波形、動作電圧波形、動作電流波形、および、タイミングチャートを表した図である。

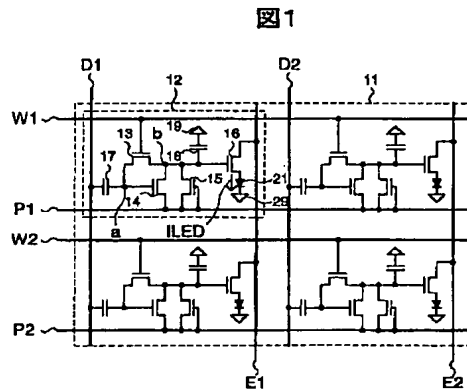
【図15】EL素子を使った従来の画素の構成を表した図である。

23

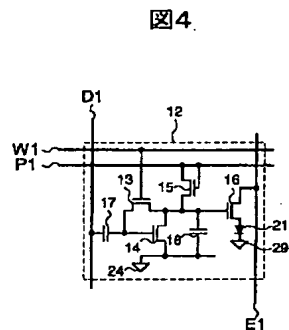
【符号の説明】

1…ガラス基板、2…走査回路、3…信号回路、11…表示領域、12…画素、13～16…TFT、17～18…キャパシタ、19…電極、21…EL素子、24…電極、25…スイッチ、26…電源、28…接地電極、31…スイッチ、32…電源、33～36…TFT、37～38…キャパシタ、39…電極、41…TFT、42…配線、43…基準電圧源、44…接地電極、51…ガラス基板、52…走査回路、53…信号回路、61…表示領域、62…画素、71～77…TFT、78～7×10

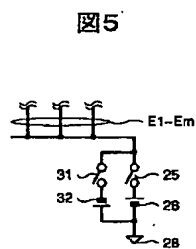
【図1】



【図4】



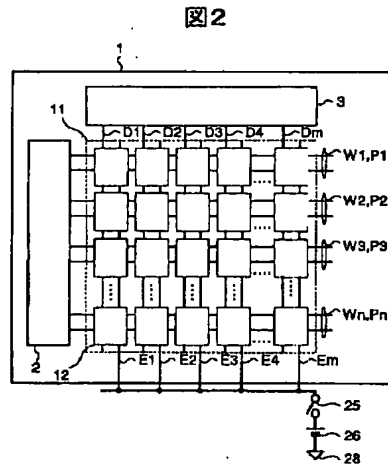
【図5】



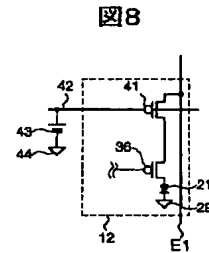
24

* 9…キャパシタ、81…EL素子、82…基準電流源、83…TFT（保護ダイオード回路）、84…抵抗器、86～87…電源、88…接地電極、89…共通電極、101…ガラス基板、102…走査回路、103…信号回路、104…三角波発生回路、111…表示領域、112…画素、113～118…TFT、119～120…キャパシタ、121…EL素子、122…電極、129…共通電極、151…画素、152～154…TFT、155…キャパシタ、156…EL素子。

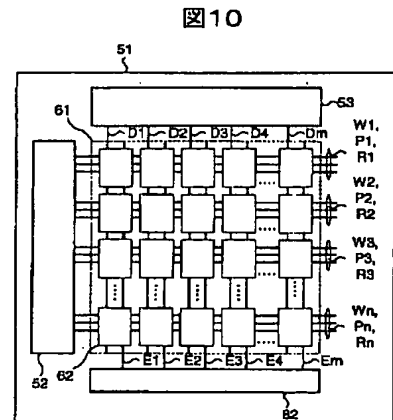
【図2】



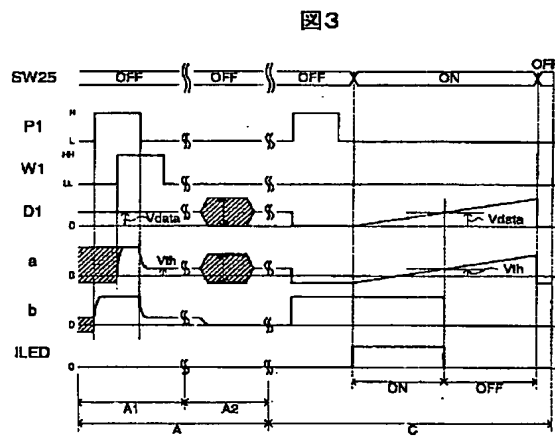
【図8】



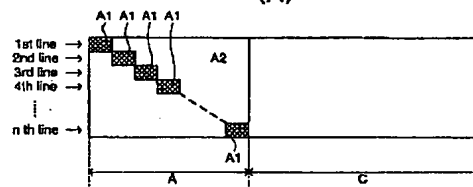
【図10】



【図3】



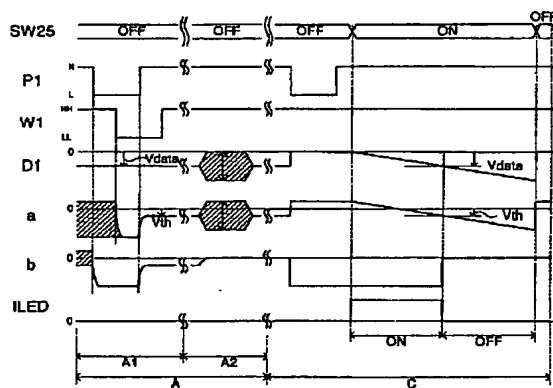
(A)



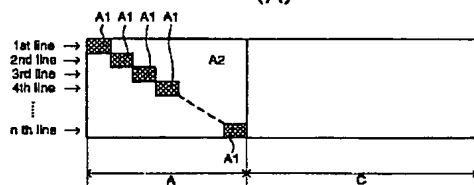
(B)

【図7】

図7



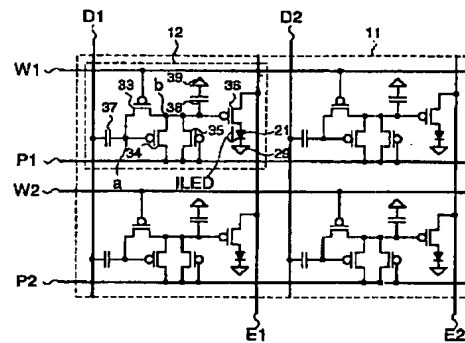
(A)



(B)

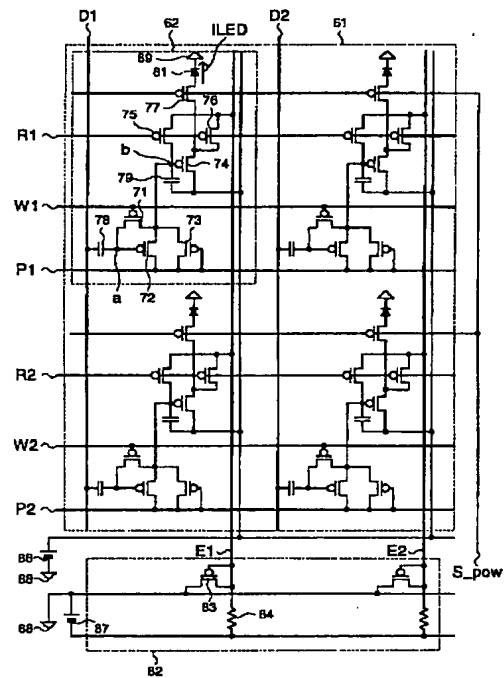
【図6】

図6



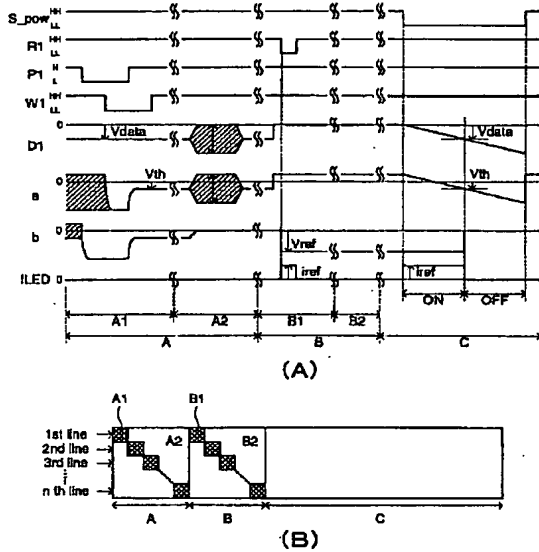
【図9】

図9



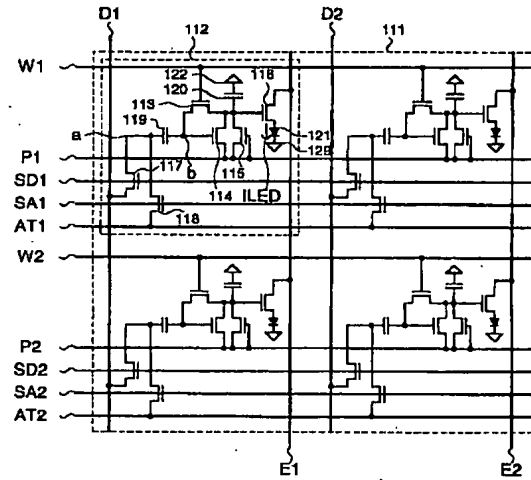
【図11】

図11



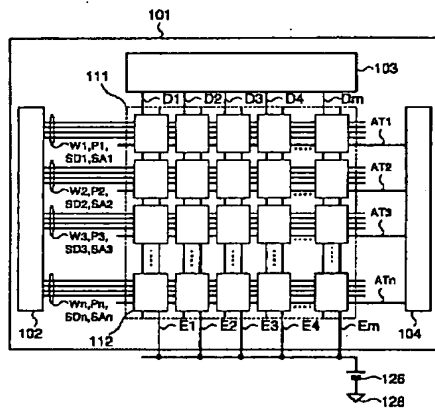
【図12】

図12



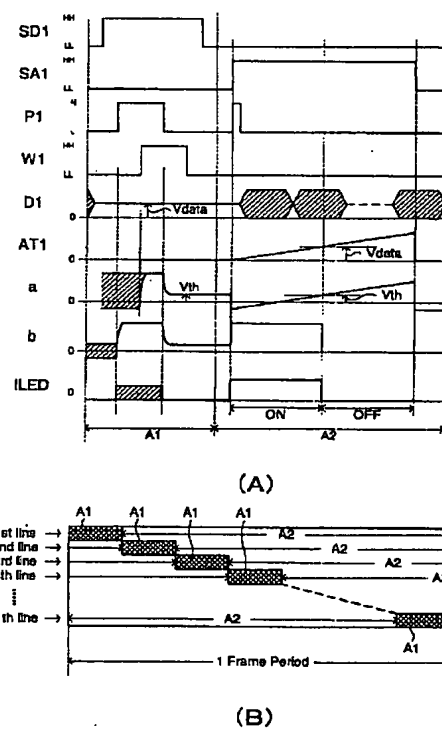
【図13】

図13



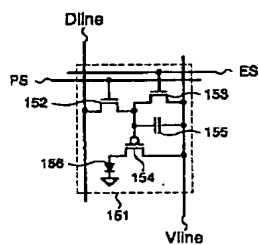
【図14】

図14



【図15】

図15



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K007 AB17 DB03 GA04
5C080 AA06 BB05 DD05 EE19 EE29
FF11 JJ02 JJ03 JJ04